

**Circuit arrangement comprising MESFET switched spiral inductor****Patent number:** DE3844393**Publication date:** 1990-07-05**Inventor:** LANE ANTHONY ALAN (GB)**Applicant:** PLESSEY OVERSEAS (GB)**Classification:****- international:** H01F17/02; H01L27/04; H01L29/784; H03H1/00; H03J3/20; H03K17/687**- european:** H01F17/00A; H01F21/12; H01L27/06C**Application number:** DE19883844393 19881230**Priority number(s):** GB19870025455 19871030**Also published as:**

US5021758 (A)

GB2211987 (A)

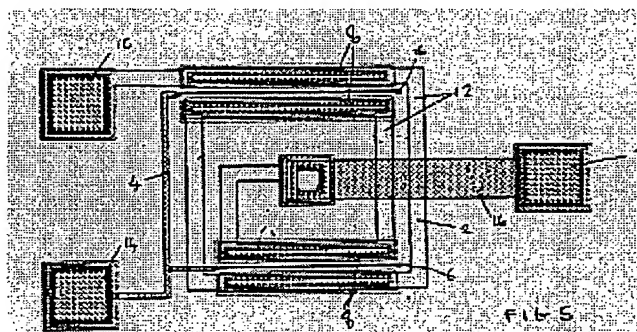
FR2640445 (A)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE3844393

Abstract of corresponding document: **US5021758**

A circuit arrangement which includes a switched inductor comprises a spiral inductor and a MESFET coupled in parallel for switching the spiral inductor in and out of a circuit. The MESFET has at least two gates, at least one of which and at least one section of at least one turn of the spiral inductor, are all mounted adjacent to one another on an active mesa. The switched inductor thus enables parasitic capacitances to be reduced and saves space on the mesa.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide**BEST AVAILABLE COPY**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3844393 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 44 393.7  
㉑ Anmeldetag: 30. 12. 88  
㉒ Offenlegungstag: 5. 7. 90

㉓ Int. Cl. 5:  
**H 03 H 1/00**  
H 03 J 3/20  
H 01 L 27/04  
H 01 L 29/784  
H 01 F 17/02  
H 03 K 17/687

DE 3844393 A1

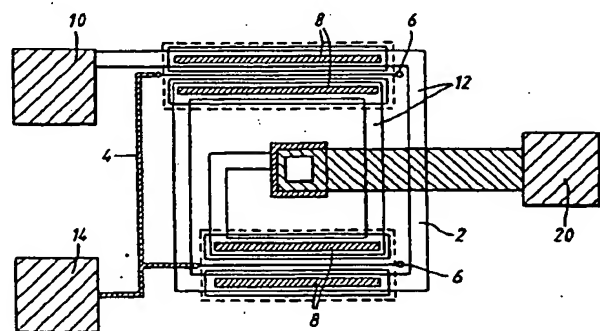
㉔ Anmelder:  
Plessey Overseas Ltd., Ilford, Essex, GB

㉕ Vertreter:  
Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;  
Schwepfinger, K., Dipl.-Ing.; Bunke, H., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,  
8000 München

㉖ Erfinder:  
Lane, Anthony Alan, Northampton, GB

㉗ **Schaltungsanordnung mit geschalteter Spule**

Eine Schaltungsanordnung enthält eine geschaltete Spule in Form einer spiralenförmigen Spule sowie einen parallelgeschalteten MESFET, mit dessen Hilfe die spiralenförmige Spule an eine Schaltung angeschaltet und von einer Schaltung abgeschaltet werden kann. Der MESFET enthält wenigstens zwei Gate-Elektroden, wobei wenigstens eine dieser Gate-Elektroden und wenigstens ein Abschnitt wenigstens einer Windung der spiralenförmigen Spule einander benachbart auf einem aktiven Mesa angebracht sind. Die geschaltete Spule ermöglicht die Reduzierung parasitärer Kapazitäten, und sie ermöglicht es, auf dem Mesa Platz zu sparen.



DE 3844393 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung mit geschalteter Spule zum An- und Abschalten einer spiralförmigen Spule an eine bzw. von einer Schaltung.

Schaltungen wie spannungsgesteuerte Oszillatoren (VCS's), geschaltete Filter und insbesondere Phasenschieber müssen oft die Fähigkeit haben, eine oder mehrere Spulen an die Schaltung anzuschalten oder von der Schaltung abzuschalten.

Ein breitbandiger, mit konstanter Phase arbeitender Mikrowellen-Phasenschieber, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, ist ein typisches Beispiel einer solchen Schaltung; dieser Phasenschieber macht von einer geschalteten Spule Gebrauch. Zur Erzielung der Phasenverschiebung wird die Schaltung durch die Parallelschaltung einer spiralförmigen Spule und eines MESFET 4 mit Hilfe der geschalteten Spule zwischen einem Hochpaßzustand und einem Tiefpaßzustand umgeschaltet. Im Tiefpaßzustand ist die Spule 2 nach Masse kurzgeschlossen, indem der MESFET 4 in seinen "Ein"-Zustand vorgespannt ist, so daß die spiralförmige Spule 2 von der Schaltung abgeschaltet ist. Im Hochpaßzustand ist der MESFET 4 in seinen "Aus"-Zustand vorgespannt, was ermöglicht, daß die Spule 2 normal arbeitet.

Eine praktische Ausführung der spiralförmigen Spule 2 und des MESFET 4 ist in Fig. 2 dargestellt. Der MESFET 4 ist zum Teil auf einem aktiven GaAs-Mesa angebracht. Der MESFET 4 ist über eine Übertragungsleitung 5 mit dem spiralförmigen Leiter 2 gekoppelt.

In Fig. 3 sind zwei Ersatzschaltbilder für die Spule 2 und den MESFET 4 von Fig. 2 dargestellt. Das Ersatzschaltbild von Fig. 3a zeigt den Hochpaßzustand, bei dem der MESFET 4 in seinen "Aus"-Zustand vorgespannt ist, während in Fig. 3b der Tiefpaßzustand dargestellt ist, bei dem der MESFET 4 in seinen "Ein"-Zustand vorgespannt ist. In beiden Fällen ist die geschaltete Spule durch parasitäre Kapazitäten aufgrund der Source-Drain-Kapazität  $C_{ds}$ , der Drain-Masse-Kapazität  $C_d$  und der Spiralkapazität  $C_l$  beeinträchtigt. Wenn die geschaltete Spule bei Mikrowellenfrequenzen arbeitet, können diese Störgrößen die Größenordnung mehrerer Ohm haben. Diese parasitären Kapazitäten, die parallel zur Spule 2 liegen, können daher die Eigenresonanzfrequenz der Spule 2 herabsetzen und somit eine Verschlechterung des Hochfrequenzverhaltens der geschalteten Spule bewirken.

Außerdem wird die geschaltete Spule durch Störgrößen beeinträchtigt, die auf Diskontinuitäten an den Übergängen zwischen dem MESFET 4 und der Spule 2, auf Leitungslängenverluste und Verbindungsverluste zurückzuführen sind.

Mit Hilfe der Erfindung soll somit eine Schaltungsanordnung geschaffen werden, die zur Vermeidung der oben erwähnten Nachteile eine geschaltete Spule aufweist.

Nach der Erfindung ist eine Schaltungsanordnung mit geschalteter Spule zum An- und Abschalten einer spiralförmigen Spule an eine bzw. von einer Schaltung dadurch gekennzeichnet, daß die spiralförmige Induktivität mit einem Metall-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MESFET) parallel geschaltet ist, wobei die spiralförmige Spule mehrere Windungen aufweist, von denen jede eine Anzahl von Abschnitten bildet, und daß der MESFET eine gerade Zahl von Gate-Elektroden aufweist, von denen jede auf einem aktiven Mesa angebracht ist, wobei wenigstens eine Gate-Elektrode und

wenigstens ein Abschnitt wenigstens einer Windung der spiralförmigen Spule einander benachbart auf dem aktiven Mesa angebracht sind.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die spiralförmige Spule zwei oder mehr Windungen aufweist und daß zwischen zwei Abschnitten benachbarter Windungen der spiralförmigen Spule wenigstens eine Gate-Elektrode liegt, wobei die Gate-Elektrode und die zwei Abschnitte auf dem aktiven Mesa angebracht sind.

Es können aber auch zwei MESFET vorgesehen sein und die spiralförmige Spule kann eine ungerade Anzahl von Windungen aufweisen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, daß für jede Gate-Elektrode ein jeweiliger Abschnitt wenigstens einer Windung der spiralförmigen Spule aneinander angrenzend auf dem aktiven Mesa vorgesehen ist. Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, daß die relative Lage jeder Gate-Elektrode bezüglich wenigstens eines Abschnitts ermöglicht, daß die spiralförmige Spule eine abgestufte Induktivität hat.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß die Schaltungsanordnung Mittel enthält, die die spiralförmige Spule an Masse legen, wobei die Mittel mit der spiralförmigen Spule verbunden sind, wobei eine Weiterbildung darin besteht, daß die Mittel, die die spiralförmige Spule an Masse legen, eine Übertragungsleitung enthalten, die mit einem Masseanschlußkontakt elektrisch gekoppelt ist, wobei der Masseanschlußkontakt mit einem Massepotential elektrisch in Verbindung steht.

Ferner kann vorgesehen sein, daß die Mittel zum Anlegen von Masse an die spiralförmige Spule ein durchkontaktiertes Loch enthalten, das mit einem Massepotential elektrisch in Verbindung steht.

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnung beispielshalber erläutert, wobei auf die Fig. 1 bis 3 bereits eingangs Bezug genommen worden ist. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines Phasenschiebers nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 ein maßstäblich gezeichnetes Diagramm einer Spule und eines MESFET gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3a, 3b zwei Ersatzschaltbilder der Spule und des MESFET von Fig. 2,

Fig. 4 ein ebenso wie Fig. 2 maßstäblich gezeichnetes Diagramm einer geschalteten Spule gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5 eine vergrößerte Darstellung der bevorzugten Ausführungsform von Fig. 4,

Fig. 6a, 6b zwei Ersatzschaltbilder der geschalteten Spule gemäß der bevorzugten Ausführungsform,

Fig. 7 ein Diagramm einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 8 ein Diagramm einer geschalteten Spule gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 9 ein Diagramm einer geschalteten Spule gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

Es ist zu erkennen, daß gleiche Merkmale der Ausführung nach dem Stand der Technik und der Ausführung nach der Erfindung in der Zeichnung mit den gleichen Bezugszeichen angegeben sind.

Nach den Fig. 4 und 5 enthält die bevorzugte Ausführungsform eine spiralförmige Spule 2 und einen damit parallel geschalteten MESFET 4 zur Bildung einer geschalteten Spule. Der MESFET 4 weist zwei Gate-Elektroden 6 auf, von denen jede auf einem aktiven GaAs-Mesa 8 angebracht ist.

Der aktive GaAs-Mesa 8 besteht aus einem geeignet

dotierten Mesa, der aus einem (nicht dargestellten) GaAs-Substrat hergestellt ist. Die zur Herstellung des aktiven Mesa 8 und zum Anbringen der Gate-Elektroden 6 auf dem aktiven Mesa 8 angewendeten Verfahren sind bekannt, so daß sie hier nicht näher erläutert werden. Die spiralenförmige Spule 2 weist zwei Windungen 12 auf, von denen jede vier Abschnitte bildet. Die spiralenförmige Spule 2 ist mit einer Quelle 10 gekoppelt und teilweise auf dem Substrat angebracht.

Bei der geschalteten Spule liegen die Gate-Elektroden 6 des MESFET 4 zwischen benachbarten Abschnitten 12 der spiralenförmigen Spule 2. Diese Abschnitte 12, zwischen denen die Gate-Elektroden 6 liegen, befinden sich jedoch ebenfalls auf dem aktiven GaAs-Mesa 8. Diese Kombination des MESFET 4 und der spiralenförmigen Spule 2 ermöglicht eine Parallelschaltung bei gleichzeitiger Einsparung einer beträchtlichen Mesafläche, was durch einen Vergleich der Fig. 2 und 4 veranschaulicht ist.

Die geschaltete spiralenförmige Spule 2 kann an eine (nicht dargestellte) Schaltung, mit der sie verbunden ist, angeschaltet oder auch von dieser Spule abgeschaltet werden, wie nachfolgend erläutert wird.

Wenn an die Gate-Elektroden 6 über einen Steuergleichspannungsanschluß 14 eine negative Vorspannung angelegt wird, tritt im aktiven GaAs-Mesa 8 eine Verarmung an Ladungsträgern ein, die bewirkt, daß die Abschnitte 12 voneinander isoliert werden. Das Leiten kann nun nur über die normale Metallisierung der Windungen 12 stattfinden, so daß die spiralenförmige Spule 2 normal arbeiten kann.

Wenn über den Steuergleichspannungsanschluß 14 eine Null-Vorspannung an die Gate-Elektroden 6 angelegt wird, wird der aktive GaAs-Mesa 8 leitend. Dadurch werden die Windungen 12 direkt zum Mittelpunkt der Spirale kurzgeschlossen, so daß der spiralenförmige Leiter 2 von der (nicht dargestellten) Schaltung abgetrennt wird.

In Fig. 6a ist die oben beschriebene geschaltete Spule im angehaltenen Zustand dargestellt, während in Fig. 6b die geschaltete Spule im von der Schaltung abgeschalteten Zustand dargestellt ist. Ein Vergleich von Fig. 6 mit Fig. 3 zeigt, daß Störeinflüsse, die auf die Source-Drain- und Drain-Masse-Kapazitäten zurückzuführen sind, vermieden werden.

Aufgrund der Verwendung der geschalteten Spule wird auch die Notwendigkeit der Verwendung einer Übertragungsleitung 5 (Fig. 2) beseitigt, und es werden die Ungewißheiten vermieden, die von den Diskontinuitäten an den Verbindungen zwischen dem MESFET 4 und der Übertragungsleitung 5 sowie zwischen der Übertragungsleitung 5 und der spiralenförmigen Spule 2 hervorgerufen werden.

Das Ersatzschaltbild der geschalteten Spule bei im "Aus"-Zustand befindlichem MESFET 4 (siehe Fig. 6b) dient nahezu vollständig mit dem Ersatzschaltbild der spiralenförmigen Spule 2 allein überein. Die Störgröße aufgrund der Spiralkapazität  $C_2$  ist jedoch geringfügig größer als die Eigenkapazität  $C_1$  der spiralenförmigen Spule 2 allein. Dies ist auf die Anwesenheit der Gate-Elektroden 6 und des aktiven Mesas 8 zwischen den Abschnitten 12 zurückzuführen. Trotzdem ist die parasitäre Kapazität  $C_2$  der geschalteten Spule immer noch kleiner als alle Störgrößen, die in der Schaltung nach dem Stand der Technik vorhanden sind.

Es bleiben auch noch der Widerstand  $R$  der spiralenförmigen Spule 2 und der Widerstand  $R_{on}$  des im "Ein"-Zustand befindlichen MESFET bestehen, die zu

Unzulänglichkeiten der Schaltung beitragen.

Die spiralenförmige Spule 2 der bevorzugten Ausführung ist über eine Masseübertragungsleitung 16 mit einer (nicht dargestellten) Masseebene verbunden. Die Masseübertragungsleitung 16 ist mit Hilfe eines Masseanschlußkontakts 20 mit der Masseebene verbunden, der normalerweise an einem (nicht dargestellten) Chip-Rand sitzt. In einer ersten Ausführungsform der Erfindung, die in Fig. 7 dargestellt ist, ist die spiralenförmige Spule 2 jedoch unter Verwendung eines durchkontaktierten Lochs 18 mit der Masseebene verbunden. Die Übertragungsleitung 16 und der Masseanschlußkontakt 20 sind daher überflüssig, was zu einer niedrigeren Spiralkapazität  $C_2$  führt. Außerdem wird dadurch mehr Platz auf dem GaAs-Mesa eingespart, während die Notwendigkeit beseitigt wird, die geschaltete Spule am Chip-Rand anzuordnen.

In der in Fig. 8 dargestellten zweiten Ausführungsform der Erfindung hat die spiralenförmige Spule 2 eine ungerade Anzahl von Windungen 12. Zur Erzielung eines perfekten Kurzschlusses für den Fall, daß die spiralenförmige Spule 2 von der Schaltung abgetrennt werden soll, werden auf beiden Seiten der spiralenförmigen Spule 2 zwei MESFET's 4 verwendet.

Die in den Fig. 8 und 9 dargestellten geschalteten Spulen enthalten einen oder zwei MESFET 4 mit mehreren Gate-Elektroden 6. Jede Gate-Elektrode 6 befindet sich zwischen zwei Windungen 12 der spiralenförmigen Spule 2, so daß getrennte Gate-Elektroden 6 isoliert voneinander vorgespannt werden können. Dies ermöglicht es, eine unterschiedliche Anzahl von Windungen 12 an eine (nicht dargestellte) Schaltung anzuschalten oder von einer solchen Schaltung abzuschalten, wodurch eine abgestufte Änderung der Induktivität der spiralenförmigen Spule 2 erzielt werden kann. Diese Art der geschalteten Spule findet speziell Anwendung in Schaltungen wie spannungsgesteuerten Oszillatoren (VCO's) und spannungsgesteuerten Filtern.

In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird mit dem Ausdruck "geschaltete Spule" eine mit einem MESFET parallel geschaltete spiralenförmige Spule verstanden.

Die obigen Ausführungsformen sind nur als Beispiel beschrieben worden, jedoch ist für den Fachmann zu erkennen, daß im Rahmen der Erfindung ohne weiteres Abwandlungen möglich sind.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung mit geschalteter Spule zum An- und Abschalten einer spiralenförmigen Spule an eine bzw. von einer Schaltung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die spiralenförmige Induktivität mit einem Metall-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MESFET) parallel geschaltet ist, wobei die spiralenförmige Spule mehrere Windungen aufweist, von denen jede eine Anzahl von Abschnitten bildet, und daß der MESFET eine gerade Zahl von Gate-Elektroden aufweist, von denen jede auf einem aktiven Mesa angebracht ist, wobei wenigstens eine Gate-Elektrode und wenigstens ein Abschnitt wenigstens einer Windung der spiralenförmigen Spule einander benachbart auf dem aktiven Mesa angebracht sind.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die spiralenförmige Spule zwei oder mehr Windungen aufweist und daß zwischen zwei Abschnitten benachbarter Windungen

der spiralförmigen Induktivität wenigstens eine Gate-Elektrode liegt, wobei die Gate-Elektrode und die zwei Abschnitte auf dem aktiven Mesa angebracht sind.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei MESFET vorgesehen sind und daß die spiralförmige Spule eine ungerade Anzahl von Windungen aufweist.

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Gate-Elektrode ein jeweiliger Abschnitt wenigstens einer Windung der spiralförmigen Spule aneinander angrenzend auf dem aktiven Mesa vorgesehen ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die relative Lage jeder Gate-Elektrode bezüglich wenigstens eines Abschnitts ermöglicht, daß die spiralförmige Spule eine abgestufte Induktivität hat.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine mit dem MESFET elektrisch gekoppelte Energiequelle enthält.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine elektrisch mit der spiralförmigen Spule gekoppelte Frequenzquelle enthält.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Mittel enthält, die die spiralförmige Spule an Masse legen, wobei die Mittel mit der spiralförmigen Spule verbunden sind.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel, die die spiralförmige Spule an Masse legen, eine Übertragungsleitung enthalten, die mit einem Masseanschlußkontakt elektrisch gekoppelt ist, wobei der Masseanschlußkontakt mit einem Massepotential elektrisch in Verbindung steht.

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Anlegen von Masse an die spiralförmige Spule ein durchkontaktiertes Loch enthalten, das mit einem Massepotential elektrisch in Verbindung steht.

11. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie teilweise auf einem GaAs-Substrat angebracht ist.

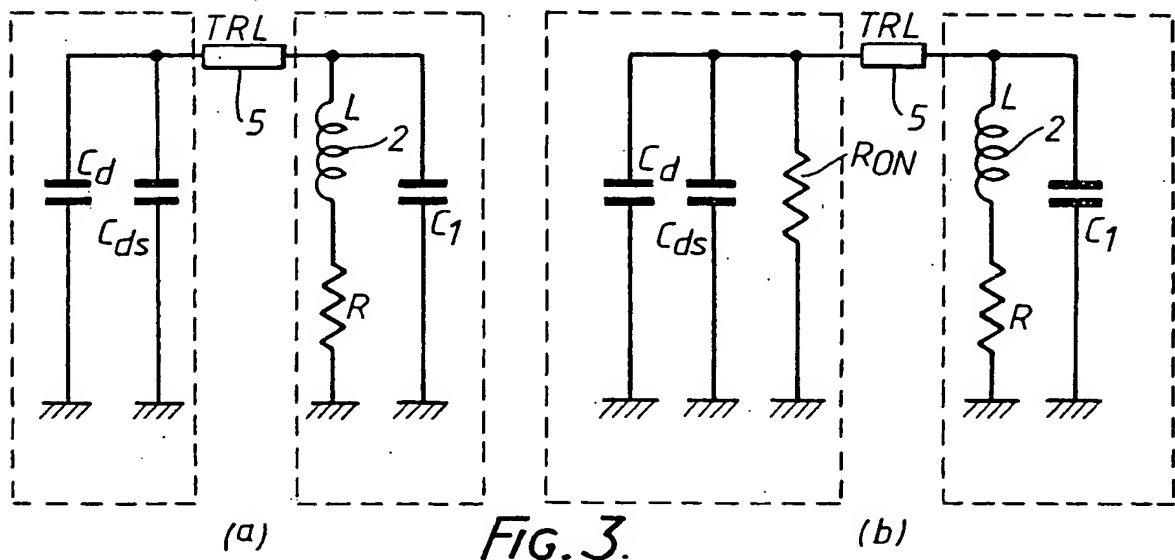
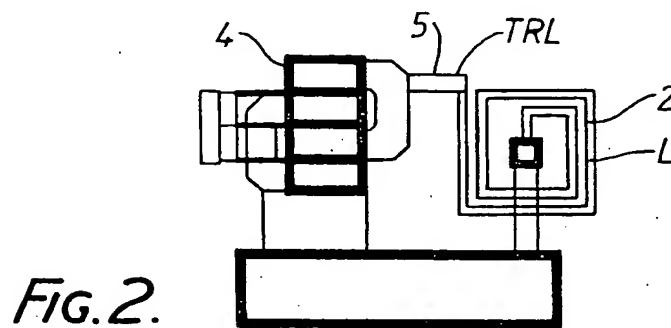
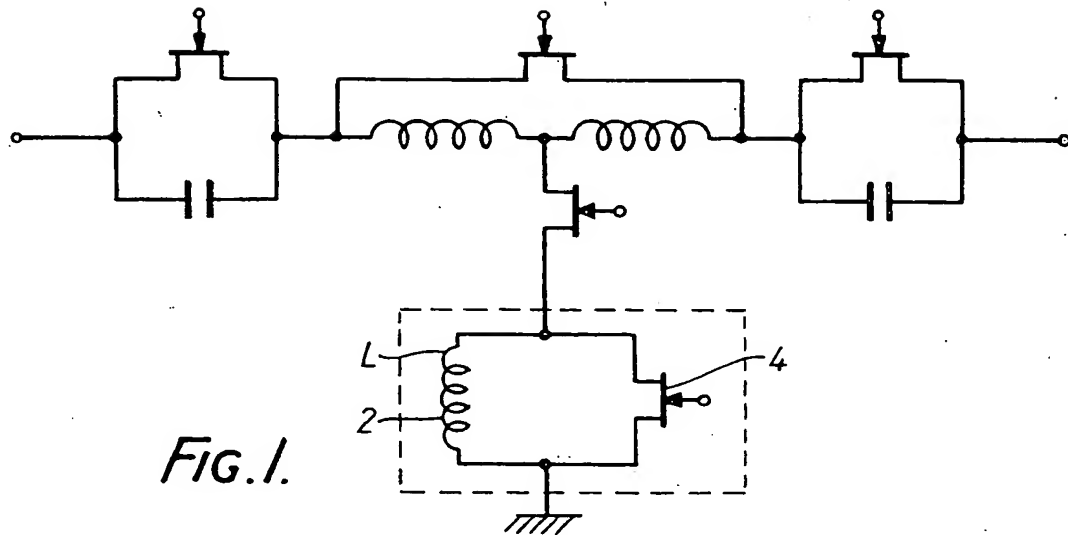
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65



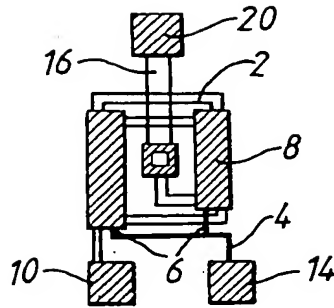


Fig. 4.

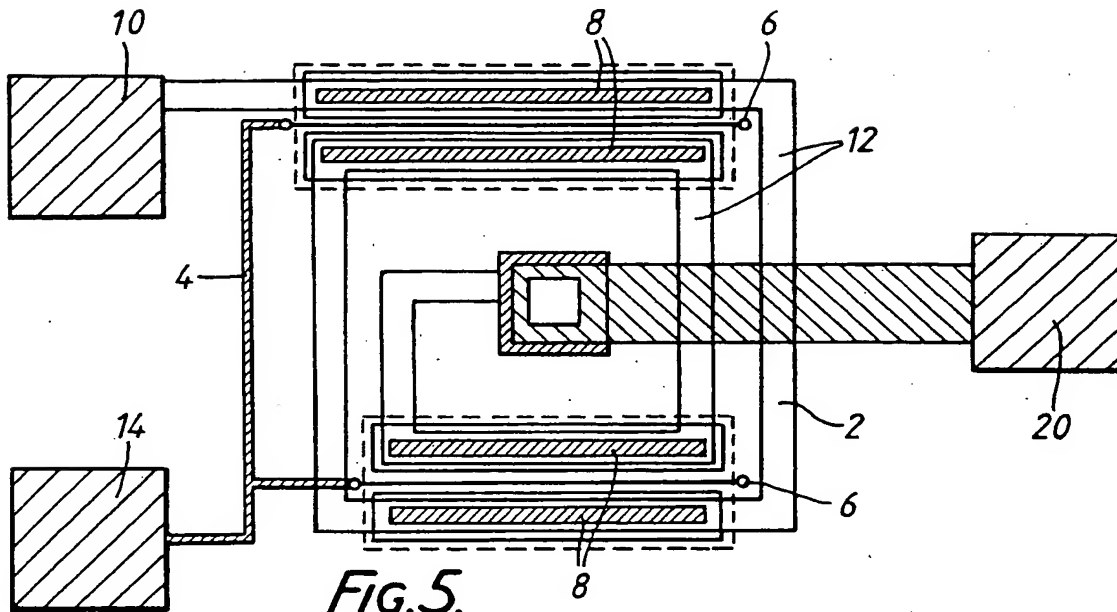


Fig. 5.

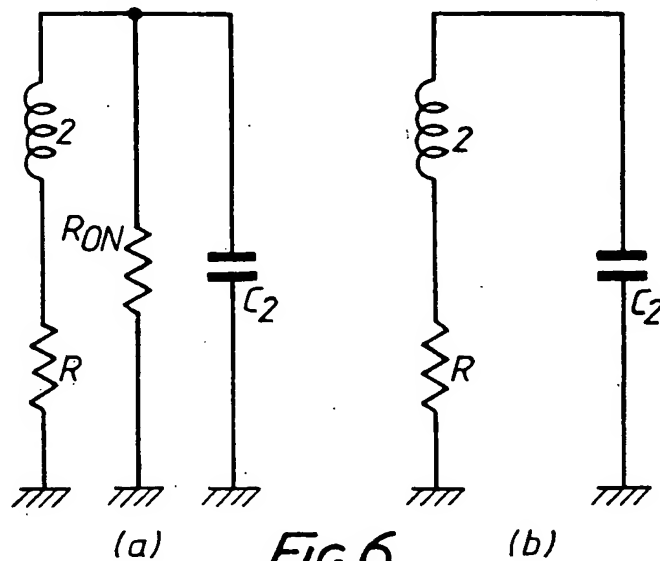


Fig. 6.

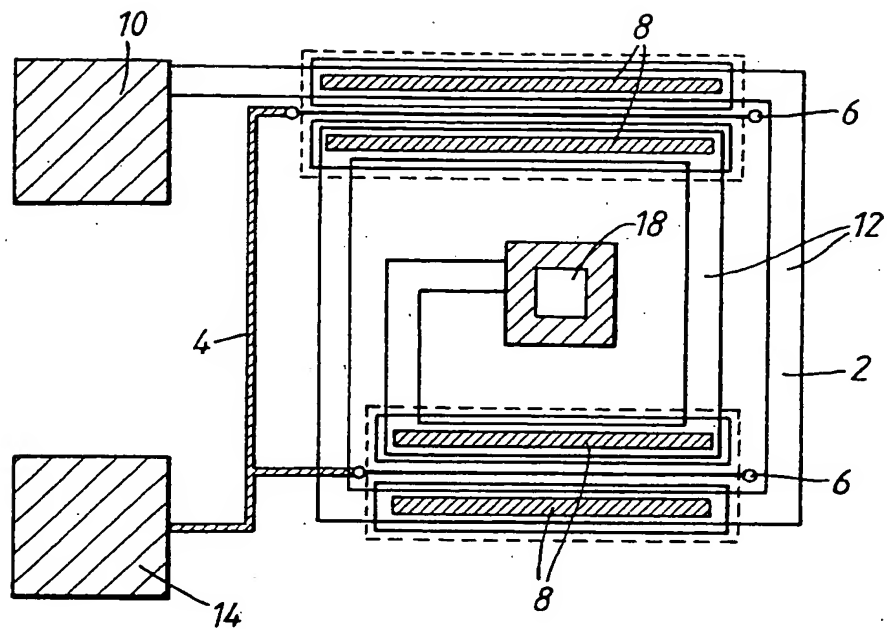


FIG. 7.

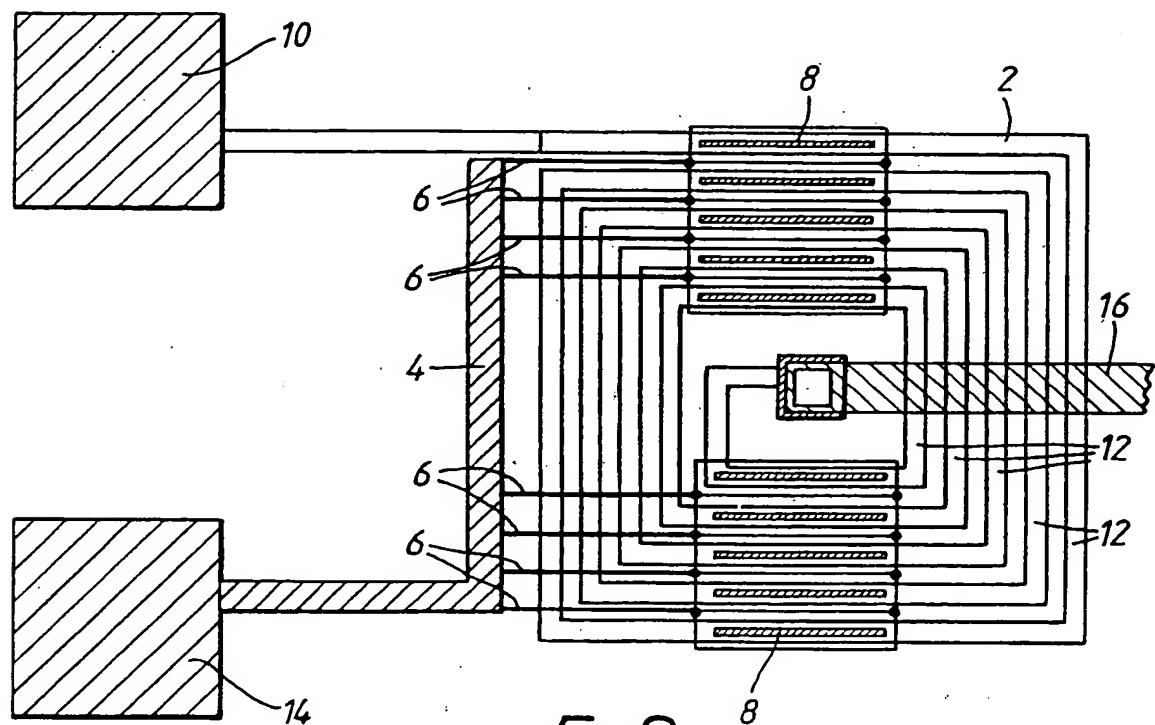


FIG. 8.



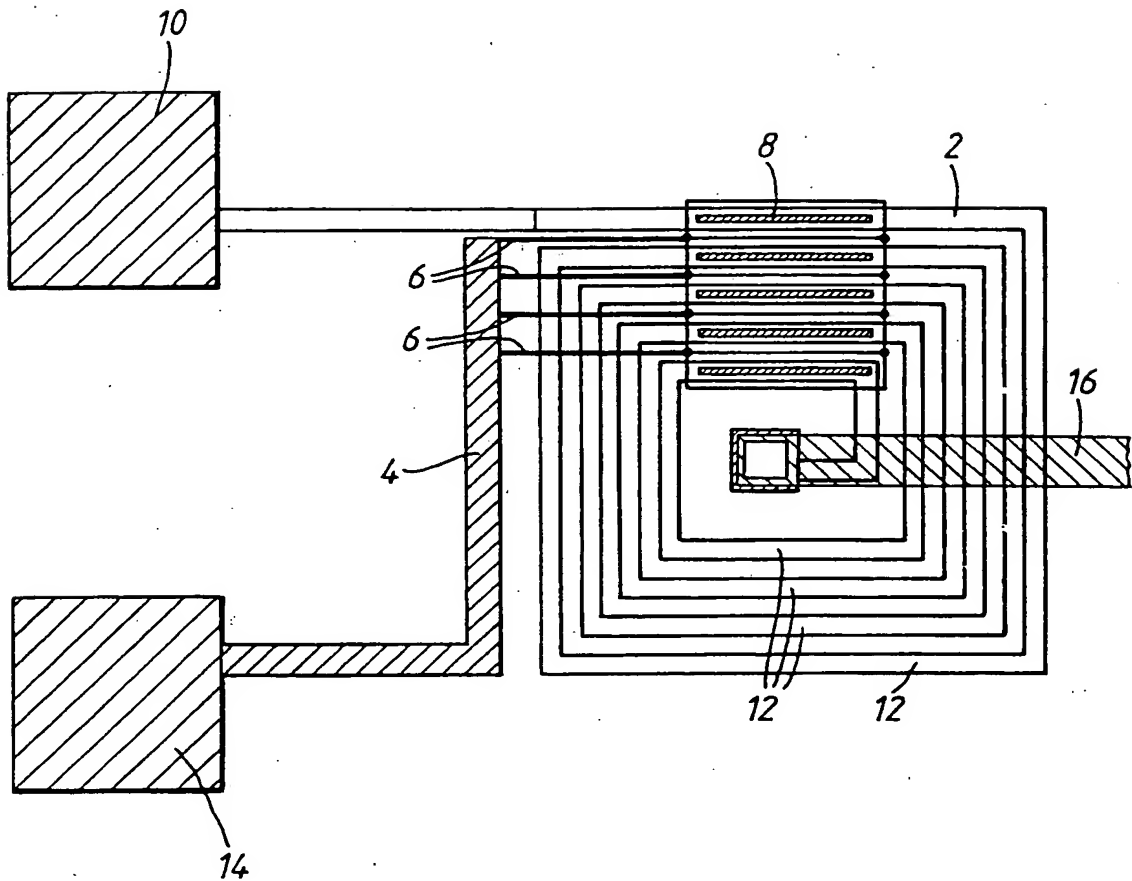


Fig.9.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**